BIOG

Dott. Everardo Razzoli

LAZZARO SPALLANZANI
E LA FISIOLOGIA DELLA CIRCOLAZIONE DEL SANGUE

celebrandosi il II.° centenario della nascita di L. Spallanzani

MILANO - GENOVA - ROMA - NAPOLI
SOCIETÀ EDITRICE DANTE ALIGHIERI
(Albrighi, Segati & C. - S. A. F. Perrella)

1930 - VIII

Dott. Everardo Razzoli

LAZZARO SPALLANZANI
E LA FISIOLOGIA DELLA CIRCOLAZIONE DEL SANGUE

celebrandosi il II.° centenario della nascita di L. Spallanzani

MILANO - GENOVA - ROMA - NAPOLI
SOCIETÀ EDITRICE DANTE ALIGHIERI
(Albrighi, Segati & C. - S. A. F. Perrella)

1930 - VIII

SPALLANZANI, Lazzaro. [1729-99]
BLOOD CIRCULATION : 18 cent.

323726

In occasione della ricorrenza del secondo centenario della nascita di Lazzaro Spallanzani, è stato mio intendimento dire della importanza degli studi di questo grande intorno alla circolazione del sangue, perchè, prima d'ora, a questa parte degli studi fisiologici di lui si è accennato solo di sfuggita, e non mai col proposito di rilevarne l'alto valore; nè mai le indagini, e le scoperte di lui sono state poste in confronto con quelle dell'Haller, il maestro famoso di Gottinga, che fu già ritenuto il principe dei fisiologi del secolo XVIII.

L'operetta « Dell'azione del cuore nei vasi sanguigni », e poi le dissertazioni classiche « Dei fenomeni della circolazione », pubblicate nel 1773, a Modena, cinque anni dopo di quella, portano tale prezioso contributo alla scienza che si può bene affermare essere le osservazioni dello Spallanzani, in questo ordine, insieme con quelle che il Malpighi aveva condotte, un secolo prima, sul moto del sangue nei capillari del polmone della rana, uno dei fatti più importanti della storia della medicina e delle scienze biologiche in generale; e dal Malpighi e dallo Spallanzani essere venuto all'Italia incontrastato il merito di avere iniziate le osservavioni microscopiche sui fenomeni della circolazione.

Dopo il Malpighi, invano il Leeuwenhoek, il Cowper ed anche l'Haller avevano cercato di estendere, utilmente, queste ricerche agli animali a sangue caldo: il primo che vi riuscì felicemente fu lo Spallanzani. Così avvenne che la più grande scoperta della fisiologia moderna, avviata dal genio di Cesal-

pino (1), e di Realdo Colombo, fu poi completata da menti italiane, Malpighi e Spallanzani. E mentre l'Haller stesso aveva limitate le sue osservazioni sul movimento del sangue, negli animali a sangue freddo, al rospo ed alla rana, lo Spallanzani le estende ad altri animali a sangue freddo, come alle salamandre acquaiole, alle rane dell'acqua, degli alberi, alle salamandre terrestri, alle lucertole, alle biscie acquatiche, alle vipere, prima (2); poi, con felice novità, agli animali a sangue caldo. Osservando, infatti, l'embrione del pollo, egli ne studia e descrive l'intera circolazione, non pur limitandosi alla circolazione vitellina, ma estendendosi anche alla esatta descrizione della circolazione allantoidea.

Di queste ricerche egli dà relazione negli scritti sovra ricordati da cui veramente, come egli stesso avrà poi a dire, «appare il lungo studio da lui fatto su questo rilevante ramo della fisiologia negli animali terrestri ed anfibi». (3)

E qui, diciamo subito, l'originalità dello Spallanzani, insieme colla maggiore profondità sua, rispetto a quella di chi l'aveva preceduto, si palesa all'evidenza, in quanto molte delle sue osservazioni sono affatto nuove e condotte, tutte, come si è già accennato, sopra animali diversi da quelli studiati fino a lui: e poi sono intese a risolvere problemi o non posti o non risoluti dagli altri: non solo, ma sono condotte anche con metodo e mezzi diversi e più acconci. L'Haller, ad esempio, e gli altri avevano limitate le osservazioni, fatte unicamente sulla rana, al mesenterio: campo ristrettissimo di ricerca, limitato ad un gruppo di arterie e di vene; e le avevano fatte sul mesenterio spiegato, alterando, quindi, il moto del sangue, notevolmente. Cosicchè quelle osservazioni erano riuscite di

---

(1) A togliere al quale la gloria della scoperta della circolazione del sangue s'adoperò, sebbene invano, con accanimento, l'Haller negli scritti suoi, sopratutto nei suoi «Elem. Physiol. corp. hum.» Losanna, 1760, vol. I. p. 240 e segg.

(2) Il libro che doveva contenere un lungo capitolo sulla circolazione del sangue negli animali marini, promesso dallo Spallanzani, non fu poi composto. Vedi «Viaggi ed escursioni scientifiche di L. S.» editi dal Pighini, nel vol. «In onore di L. S., nel II centenario dalla nascita» Reggio nell'Emilia, 1929.

(3) Op. cit. pag. 330.

media portata: non avevano detto nulla intorno al circolo negli altri vasi; nulla delle arterie che passano in vene (1) e del modo di questo passaggio; nulla sulla possibilità che l'impulso della sistole sul sangne arterioso si estenda fino a quel passaggio; nulla intorno alla velocità del sangue nei vasi minori, nè sul rapporto della velocità in questi e nei maggiori. E gli osservatori avevano anche colti risultati incerti, dalle loro ricerche, sulla legge secondo cui il sangue circola nei vasi, sul rallentare del moto del sangue nel passaggio dai tronchi arteriosi e venosi ai loro rami, sull'accelerazione di esso moto quando il sangue fluisce in senso contrario, sul rapporto fra la velocità del sangue venoso e arterioso, sui fenomeni che presenta la circolazione nell'animale languente.

Lo Spallanzani estende le sue diligenti minute ricerche a quasi tutto il sistema arterioso e venoso, su animali diversi, e studia le parti *in situ*; poi si vale di uno strumento molto più perfetto che gli permette, a differenza dei comuni microscopi, di seguire, nella trasparenza dei vasi, il sangue nel suo giro completo, dal cuore alle estreme parti, e da queste al cuore; e gli permette, anche, di non spostare in alcun modo i vasi dalla loro normale posizione, e di osservare a luce riflessa e non rifratta. Ancora: egli, diligentissimo notomista e ricercatore abile, usò cautele dagli altri trascurate: quali l'immobilizzazione dell'animale, e il non stiramento degli arti per non turbare il circolo del sangue; e, fisiologo principe, tenne gran conto nell'esame microscopico della gravità del sangue in circolo, provvedendo, per non vedere turbata l'armonia del circolo, che il sangue potesse sempre fluire in maniera da non subire l'effetto del suo peso, e ciò osservando sempre i vasi nella giacitura loro orizzontale: tolti i casi in cui ricercava appunto l'effetto della gravità del liquido. E poi che egli potè, primo, indagare i fenomeni del circolo in animali a sangue caldo, esitante prima ad estendere come altri aveva fatto, per

(1) Lo riconosce lo stesso l'Haller: «Mem. sur le mouv. du sang.» I. pag. 12.

analogia, le cognizioni dei fenomeni osservati nel sangue degli animali a quelle dei fenomeni della circolazione dell' uomo, potè rafforzare, anzi rendere sicuro l' argomento analogico, appunto per quelle sue originali ricerche.

Già da tempo egli aveva potuto, per via di esperimento, stabilire in quali canali la circolazione del sangue è più rapida, e in quali meno. Poi via via, con rigore, rilevò in quali vasi la velocità del sangue è uguale, in quali è diversa; e anche, con grande approssimazione, quale sia il divario di velocità nei diversi vasi. In sì fatto genere di studi il nostro era stato, in alcuna parte, preceduto, in altra no. (1)

Dove non si può parlare di novità nelle indagini e nelle scoperte dello Spallanzani, c'è, però, sempre una più sicura, una piú precisa misura e determinazione del fenomeno, e la conferma oppure la confutazione, offerta con ripetute esperienze, con controlli cauti e sapienti, di reperti o pretesi reperti altrui.

Così, ad esempio, l' Haller ed altri avevano affermato, in seguito a numerose osservazioni, che il cuore nella diastole si innalza: « Cor (in diastole) in rectitudinem se porrigit, et basis ab apice et apex a basi recedit ecc. » , e si abbassa nella sistole, divenendo in questa più corto come in quella più lungo: « omnino cor in sistole sua brevius fit ecc. » (2). Lo Spallanzani, con ingegnosi esperimenti, ricerca la misura precisa secondo cui il cuore si innalza nella diastole e si abbassa nella sistole (sulla salamandra prima, e poi sulle lucertole, sui ramarri, sulle rane degli alberi (86 - 87; 163 - 164) (3). E stabilisce ancora come sia più accentuato il sollevarsi del cuore nella diastole, e come questo si innalzi secondo una linea perpendicolare alla base, quando sia stato levato il pericardio (163).

---

(1) Vedasi: Haller, « Phys. », vol. I. lib. III, e vol. II lib. VI: e « Mem. sur le mouv: du sang. », dove, nel testo e nelle note, sono con larghezza ed esattezza indicati autori e scritti sull' argomento.

(2) Haller, «Phys.» vol. I. p. 390 e 398.

(3) Le citazioni sono sempre dalle « Dissert. varie» di L. S. I. vol. Milano, Soc. Tip. de class. ital. 1826.

In condizioni normali il cuore non si solleva, dimostra inoltre lo Spallanzani, a linea perpendicolare (come invece nel caso sopra accennato), ma obliquamente, un po' piegando verso l'orecchietta, sì che il lembo di essa, sollevandosi, descrive una curva da sinistra a destra. Con questo lo scienziato divinatore riconosce l'attivo movimento rotatorio del cuore, in sistole, nella direzione opposta (86): riconosce, cioè, il movimento spirale da sinistra a destra della massa ventricolare, che si ha nel tempo stesso in che l'apice del cuore, in sistole, diviene perpendicolare al centro della base.

Un altro ordine di numerose esperienze (87; 163-164) gli permette di confermare altra legge che egli chiama universale: che, cioè, una certa quantità di linfa è sempre chiusa nel pericardio degli animali. E questo in contrasto, anzi a confutazione di quelli che avevano negata la cosa, quali il Coiter e il Muraltus che affermavano non trovarsi affatto liquido nel pericardio degli uccelli; il Delincour che asseriva non esservi liquido in quello dei quadrupedi; lo Schneider che aveva detto trovarsi nel pericardio dell'uomo, al più, qualche goccia di liquido: il Welsch ed altri che non l'avevano visto mai nel pericardio di individui morti di morte improvvisa o violenta, nè in quello di morti per lenta, oppure acuta malattia. In questo egli è d'accordo coll' Haller che si appoggiava all'autorità di non pochi anatomisti dei quali alcuni, come i nostri Berengario da Carpi e Nicola Massa e Realdo Colombo, l' avevano trovato nel pericardio degli animali vivi. (1)

Battendo gli argomenti dell' Haller (2), aventi pur parvenza di fondati, lo Spallanzani con una serie di esperimenti dimostra che il cuore nella sistole non viene a svuotarsi sempre completamente o quasi di sangue: perchè, prova egli, se lo svuotamento avviene nel cuore delle lucertole, dei ramarri, non si verifica, invece, nel cuore della salamandra, della rana

---

(1) Cfr. Haller, «Phys». vol., I. p. 393.

(2) Haller, vol. I. p. 220; 397-398.

degli alberi, del girino (273-274). Della cosa incerto, da prima, il nostro in seguito alla semplice osservazione (88), non soddisfatto ricorre all' esperimento del taglio del cuore. E offre ripetute prove del suo asserto, troncando la punta del cuore di questi animali al venir meno della contrazione, sì che ne sgorghi il sangue e in non piccola quantità. Così conclude col mostrare inaccettabile la spiegazione che l' Haller aveva dato della necessità dello svuotamento completo del cuore ad evitare l' irritazione dei muscoli di esso, che ne disturberebbe il ritmo (1): in quanto, egli prova, se questa ragione avesse valore, la cosa dovrebbe verificarsi per il cuore degli animali giovani, più facilmente irritabile, mentre invece si verifica, l' ha osservato anche l' Haller, negli animali già adulti: nelle rane cresciute, ad esempio, ma nei girini, mai. (273-275).

Dal cuore passando all' aorta, si nota che lo Spallanzani rilevò come in questa il fluire del sangue non sia mai continuato, ma interrotto da morule, maggiori o minori a seconda che le vibrazioni del cuore sono più o meno pronte. Queste osservazioni nella seconda dissertazione egli precisa meglio che non avesse fatto nello scritto «Dell'azione del cuore ecc.».

In questi studi precorre le teorie, posteriormente emesse, e poi confermate, dell'influsso che i maggiori vasi esercitano sull'abbassarsi del cuore nella sistole, non ostante che in questa si accorci, e sull' elevarsi di esso, pur allungandosi, nella diastole, appunto per il loro allungamento ed accorciamento rispettivo, diastolico e sistolico. Infatti osservando e sperimentando ha potuto affermare che l' aorta si dilata in ogni dimensione e si allunga nella sistole, mentre invece nella diastole si accorcia e restringe il suo diametro (89). E quando, sperimentando, osserva questi fenomeni nell' aorta, trova, primo fra i fisiologi, che anche il bulbo arterioso li subisce: rileva, cioè, la attiva contrattività del bulbo arterioso (89;267).

---

(1) «si insignior aliqua sanguinis copia in corde maneret, irritatio perpetua nasceretur quae eordis perennes labores excitaret, neque sineret eum musculum in legittimam laxitatem se remittere», I. pag. 397 e anche «Mem». I. suppl.

Ma, ritornando alle osservazioni del grande Scandianese sul cuore, si rileva come questi dia prova di felice intuito sorprendendo notevoli particolari della fisiologia del cuore, che poi verranno riconosciuti ed ammessi più tardi: la minore durata della sistole auricolare in confronto della ventricolare; e il non completo svuotamento della orecchietta nella sistole.

Infatti, approfittando delle condizioni meglio adatte a notare distintamente questi fenomeni, cioè dello stato di indebolimento dell'animale osservato (86; 165), egli trova che, ad occhio, è rilevabile come l'orecchietta si sgonfi in minor spazio di tempo di quello in cui si gonfia; e come meno vivo sia il colore rosso di essa quando si restringe, pur essendo molto più vivo di quello del cuore nella sistole. E con non meno felice intuito arriva a sorprendere che il pulsare dell'arteria, nelle diverse sezioni lontane dal cuore, non si ha, «in un punto di tempo» (92), anche se l'occhio non permette di scoprire questo (172); e, in seguito ad accurate indagini, giunge a rilevare che il flusso del sangue, quando c'è affievolimento cardiaco, offre intermittenze, e presenta anche degli arretramenti e delle oscillazioni (91 e sgg.; 231 e altrove. (1)

Sopra esperimenti fatti sulle rane acquaiole e su quelle degli alberi, sulle salamandre, sui ramarri ed anche sulle lucertole, potè affermare, primo, che in una porzione dei grandi vasi il sangue arterioso fluisce non ininterrottamente, ma con morule sensibili, anzi con arresti ad ogni diastole del cuore e con ripresa alla sistole; proporzionata la durata dell'arresto al tempuscolo che intercorre fra il finire della sistole e l'inizio della diastole. E non solo questo, ma potè anche affermare che in altra porzione di detti vasi il sangue scorre con moto disuguale, mentre nei vasi medi fluisce con moto uniforme. La quale uniformità di flusso, però, si mantiene solo col durare delle forze dell'animale: poichè essa muta, divenendo meno rapido il flusso nella diastote e nella sistole, quando ci sia affievoli-

(1) Anche l'Haller, «Mem.»: I p. 60 e segg. e II, esper. della sez. IV, ha fatto osservazioni in proposi'o.

mento di quelle. Il che viene spiegato dallo Spallanzani con l'attardarsi allora del sangue nei minimi vasi, sì che l'ondata anteriore, più lontana dal cuore, rimane in velocità superata dall'ondata ultima spinta dal cuore; oppure, in altri casi, per il non perfetto ritmo del cuore (169; 277 - 278).

A completare le indagini sopradette lo Spallanzani, secondo suo uso, estende l'esperimento anche su animali in diversi momenti di loro sviluppo, e ne sceglie fra quelli a sangue freddo, e fra quelli a sangue caldo, per poterne inferire con fondatezza che identici o analoghi fenomeni si debbono poi riscontrare in tutti gli altri animali. Ecco il risultato a cui giunge dopo varie e ingegnose ricerche e prove (235-269). La circolazione nelle arterie varia con progresso graduale: presenta, cioè, una sempre maggiore continuità di flusso del sangue, ed anche una maggiore uniformità, constatabile giorno per giorno, man mano che il cuore, crescendo via via di volume e di forza muove il sangue con « maggiorc gagliardia ».

Prima dello Spallanzani i fisiologi, ammettendo che le leggi dell'idraulica vigano per i corpi animati, ritenevano che il fluire del sangue, rapidissimo nei vasi prossimi al cuore, divenga estremamente lento nelle ultime diramazioni. Solo l'Haller, dubitando del valore di quelle leggi (1) applicate ai corpi animati, dedusse da diligenti osservazioni che, nel mesenterio delle rane, la rapidità di flusso nelle maggiori arterie supera solo di alcun po' quella delle minori. (2) Senonchè volle poi inferirne che altrettanto si deve verificare per le vene, dato che il sangue venoso trae, a così dire, l'impeto suo dall'arterioso: senza però confermare il fatto con osservazioni, mancandogliene la possibilità. (3)

Lo Spallanzani per le sue ricerche, fatte su animali a sangue freddo e a sangue caldo, ed estese a tutto il circolo, trovò che la velocità del flusso sanguigno delle massime

---

(1) Phys., II. p. 185.
(2) Mem., I. p. 48; II, sect. IV, pag. 235 ed exper. ivi citati.
(3) Mem., II. . c.

arterie non è maggiore di quello delle medie; non v' ha differenza di velocità del sangue nelle arterie medie e nelle loro ramificazioni, o, almeno, è minima, nonostante il serpeggiare, il fluire per vie tortuose e per volute del sangue nelle minori ramificazioni (285 e segg.). E dimostrò che questo permanere della niuna o pnre piccola differenza di velocità del sangue nelle arterie medie e minori, è legato, però, al permanere delle forze dell' animale: perchè, in caso contrario, nelle minori arterie c'è rallentamento, poi un venir meno del flusso sanguigno in queste ultime, anche quando si conserva nelle medie, e prima nelle più lontane dal cuore.

E, risultato di un maggior numero di osservazioni condotte, come sempre, con rigore e cautela, è la dimostrazione e la illustrazione della teoria del genuino andamento del sangue (per usare le parole stesse dello scienziato), dal principio delle arterie fino alla loro estremità (288). La quale dottrina lo Spallanzani può ben dire sua, perchè, prima di lui, intorno ad essa non si avevano che poche congetture e non poche incertezze: mentre per lui la continuità del flusso nelle arterie è un dato acquisito alla fisiologia, incontrastabilmente. La conclusione a cui egli giunge, cioè che per i corpi animati non si può cercare l' applicazione delle leggi dell' idraulica, perchè vi si oppongono « contrarie ragioni » insite negli stessi vasi, le quali concorrono ad aumentare il moto del sangue, sta a provarci com' egli, pur sostenendo che il cuore è l' unica causa del fluire del sangue nei vasi, intravedeva che altre cause esistevano coadiutrici della circolazione.

Fu già rilevato innanzi come lo Spallanzani dimostri in modo sicuro la efficacia del cuore sul moto del sangue nelle arterie medie. Ora, con nuove indagini, egli provò anche che questa forza del cuore si mantiene pure per le arterie più piccole. Questo che egli vide nelle salamandre, avevano già osservato l' Haller ed altri. Il nostro però va oltre: l' Haller (1)

---

(1) «Mem.», II, sect. IV. exp. 82.

e gli altri si erano limitati agli animali a sangue freddo, e solo per via indiretta avevano cercato di rilevare la cosa in quelli a sangue caldo; egli invece ha osservato e rilevato, in numerosissime esperienze sul pulcino (236-254), l'immediata efficacia del cuore che nella sistole accelera o risveglia il moto del sangue nei capillari arteriosi.

Dall'effetto dell'azione del cuore sui capillari arteriosi passando a quella sui vasi venosi, contro all'Haller che l'aveva negata: («nulla unquam in venis cordis actio, mihi apparuit») (1); e confermando la osservazione fatta da Stefano Hales (2) sulle terminazioni venose nei polmoni della rana, lo Spallanzani prova che l'efficacia del cuore si fa sentire anche sui vasi venosi. E la dimostrazione egli cava da osservazioni fatte non solo sulle salamandre e sulle rane degli alberi, ma anche, e più largamente, sul girino e sul pulcino, non solo in poche venuzze, ma in migliaia di questi minimi vasi, tanto languente il circolo, quanto nella pienezza sua di vigore (195 - 267; 290 e 393). E qui è opportuno osservare: il principio ammesso dallo Spallanzani che il cuore sia la causa unica della circolazione non è posto da lui così rigidamente da escludere, in modo esplicito, l'esistenza di altre cause, quali l'attività stessa degli altri vasi, secondo si è già poco sopra accennato; non solo, ma egli, onestamente non nasconde pur quei risultati di sue esperienze che sembrerebbero infirmare il suo principio (114; ed Esper. XII, XIII, XIV.)

Di non piccolo interesse sono anche le numerose osservazioni fatte dallo Spallanzani sul modo in cui le arterie passano in vene (110 e 133; 191, 254, 291 e 599); e sono osservazioni che altri non aveva fatte mai, in tanta larghezza e con tanto

---

(1) Haller, «Phys», I. pag. 427. E «Mem»., II. sect. VI pag. 263, dove con la pretesa appoggiarsi ad esperienze, scrive: «l'impulsion du coeur n'est pas perceptible dans le veines».

(2) Giudicato a suo tempo «vir in experiendo sollertissimus»; l'autore famoso dell'«Haemastatique» che nella traduzione del De Sauvage fu edita a Ginevra dal Cramer nel 1744. L'osservazione cui qui si accenna è riportata nella X Esper. a pag. 56 dell'opera Halesiana la quale venne però dopo l'opera che aveva data larga e meritata rinomanza al nostro Borelli, il «De motu animalium».

rigore di metodo. (1) E di più alto interesse sono anche i risultati nuovi a cui egli giunge studiando il moto del sangue nelle vene. Altri avevano a torto inferito, basandosi su fallace raziocinio e non su esperimenti, che il moto del sangue nelle vene è tanto più rapido quanto più si avvicina al cuore; l'Haller, aveva prudentemente diffidato di questo canone (2), sebbene avesse anch'egli notato che il sangue nelle vene acquista maggior velocità quando, dai rami venosi, passa nei tronchi e si avvicina al cuore. Lo Spallanzani si adoperò ad esplorare gran numero di vene, studiando da prima le loro terminazioni capillari, quindi il corso di vene medie; poi portando l'esame su vasi massimi; ed i meravigliosi reperti gli permisero, concordando essi rigorosamente, di poter affermare che nei vasi venosi minimi, medi e massimi, la velocità del sangue si accresce man mano che essi s'ingrossano ed accolgono sangue da maggior numero di altri vasi (193 e 265). Quindi desideroso, come sempre, lo scienziato di ricercare le cause del fenomeno, rilevò, in seguito ad esperienze, che nessuna altra determinante del fenomeno ci poteva essere, all'infuori della maggiore ristrettezza del vaso, in quanto negli esperimenti niente poteva l'azione muscolare che, allo stato normale, ha invece grande efficacia nell'accrescere la velocità del sangue venoso. E la prova gli viene da una serie di esperimenti dai quali può rilevare con sicurezza che il sangue accresce la sua velocità quando scorre attraverso a strozzature che, casualmente o ad arte, si vengono a produrre nei vasi, e poi riprende il moto primiero: e gli esperimenti sono condotti non solo su vasi arteriosi, ma anche su vasi venosi, sempre del mesenterio delle salamandre (185 e 226). Conferma alla prova trova poi in altri esperimenti fatti su quelle vene che, volgendosi dirette al cuore, per alcun tratto del loro corso non hanno ramificazioni: questi tratti sono cilindrici,

---

(1) L'Haller non le aveva potute fare sulle rane, chè il mesenterio loro non si prestava; altri, come il Leeuwenhoeck, le avevano fatte sui pesci. Haller, «Mem.» I, pag. 12 e seg. e «Phys.» I. p. 94 e 239.

(2) «Mem.» II. sect IV, 8.

hanno diametro, quindi, sempre uguale; ed uguale ed uniforme è, in essi costantemente il moto del sangne. Questi esperimenti sono fatti ripetutamente sulle salamandre (117), e anche sul pulcino (239 e 254). Ma c' è di più: il nostro non si limita a questo: pur nella difficoltà del misurare ad occhio la differenza di velocità del moto del sangue nelle vene minori e nelle maggiori, rileva che quella non supera mai in queste ultime il triplo delle prime; e costantemente questo in tutte quante le esperienze. Di qui inferisce che se il principio idraulico ha parte nell'acceleramento del sangue, non vi può concorrere però in quella misura che esigerebbe la differenza fra il diametro ristrettissimo delle minori vene e quello amplissimo delle maggiori; e deve quindi venire, nel caso presente, attenuato da altro principio, da altra causa la quale, tuttavia, non può essere cercata (come gli dimostrano numerosi esperimenti) nelle pieghe nelle curvature nelle tortuosità negli angoli stessi dei vasi, perchè questi non influiscono punto a rallentare la velocità del sangue (193, 242, 286 e 395.) (1)

L'Haller con altri aveva rilevato l' ordine mirabile della natura per il quale vasi venosi minori possono via via, per anastomosi, unirsi ai maggiori; e il nostro osserva come di solito venga mantenuta questa gradazione nei vasi arteriosi, alle maggiori ramificazioni dei quali il sangue non arriva se non dopo avere attraversato le subalterne che, quanto più si fanno numerose, tanto più divengono sottili. Poi, contro l'Haller, lo Spallanzani dimostra che, a volte, la natura non tiene siffatto rigoroso ordine, senza che perciò ne venga punto turbata l'economia del circolo (117 e sgg.; 296 e sgg).

E nelle esperienze segnate ai numeri LXIV, CXI, CXIII CXIV e CXXXIX, rileva che a volte rami esilissimi venosi vengono ad inserirsi direttamente in grossi tronchi, pur mantenendo il sangue dei primi la velocità che aveva, e qualunque sia l' angolo che i sottilissimi rami fanno col grosso tronco.

---

(1) L' Haller, invece, non aveva in proposito visto sì chiaro e, pur fra incertezze, aveva piegato ad affermazioni contrarie a quelle dello Spallanzani. cfr. «Phys.» II. pag. 186 e 355.

Dal che conclude, dissentendo dall' Haller, che, ove al sangue di una esile ramificazione (come nel caso osservato da quello) (1) venga impedito l'ingresso dalla forza della corrente sanguigna di un grosso tronco, l'ostacolo si deve ricercare nello stato morboso dell'animale sui cui viene fatto l'esperimento. Infatti egli ha sorpreso, tenendo dietro all'esperienza dell'Haller stesso, (2) che il circolo negli animali studiati dall'Haller era tutto turbato (298).

Fermo poi nel voler combatterè e smentire coi fatti (3) la dottrina dei fisiologi che pretendevano doversi ammettere delle concause all'azione del cuore sul moto del sangue, quali la presenza dell'aria col conseguente dilatarsi suo per il calore del sangue (4); la forza oscillante vibratile dei vasi minimi eccitata dallo stimolo del sangue (5); la forza attrattrice insita nei piccoli vasi (6); la stessa contrazione delle arterie (7), egli si sforza di provare che unica causa del movimento della massa sanguigna è l'azione del cuore. Dall'accelerarsi del moto del sangue nelle vene ad ogni sistole, egli deduce l'evidenza della efficacia dell'azione del cuore sulle vene (301); e dal fenomeno dell'arresto del circolo all'arresto della pulsazione cardiaca, e dal reintegrarsi di questa riprendendo quello; ed ancora dal rallentarsi del circolo per l'impedito libero pulsare del cuore, dovuto a pressione o ad altro ostacolo; e dal riprendere del circolo, interrotto già per legamento dell'aorta contigua al cuore, quando si tolga la legatura, trae il nostro la conferma del suo principio (298 e segg.). Quindi sicura riprova deriva pure da ripetute sue ori-

---

(1) «Mem.» II. pag. 261 : esp. 145.

2) ib. pag. 269, esp. 144 (sullo stesso soggetto che ha servito alla precedente).

3) Esp. LXXXVIII; CIV; CV; CXXXVIII; CXLII; LII; LXXV; LXXVI; V; VI; XVI; XXVII; XXIX; XLII; XLIII.

(4) Cfr. Haller, «Mem.», l. ch. II: pag. 28, che pure negava la presenza di aria nei vasi.

(5) La « vis minorum vasorum vibratilis, aut oscillans », come la chiama l' Haller nella sua «Phys».

(6) La « attractio vasorum minorum». Cfr. anche Haller, «Mem.» II. sect. VIII. 5.

(7) La «vis arteriarum contractilis» ritenuta da alcuni autori, quali il Senac, non già pari, ma maggiore di quella stessa del cuore. A questo vedasi anche dell' Haller, « Phys.» II. p 206 e segg.

ginali esperienze fatte sul pulcino (235-237). Ora, pur riconoscendo che siffatte dimostrazioni date dal grande scienziato abbiano a torto fatto cadere nell'oblio vecchie dottrine, secondo le quali alle cellule muscolari ed alle fibre nervose dei vasi si deve riconoscere una forza che coadiuva la circolazione del sangue, le quali, riprese più tardi, vennero accolte poi anche da fisiologi insigni del tempo nostro, il Mosso, il Patrizi ed altri, si può, pur riconoscendo questo, ben convenire che più evidenti prove a favore della sua tesi non poteva lo Spallanzani portare, nè condurle con maggior rigore di indagine scientifica.

Dai risultati dei capp. XVI° XVIII° della seconda Dissertazione si possono raccogliere pregevoli osservazioni, fatte in seguito ad esperimenti, sullo spessore delle pareti dei vasi venosi ed arteriosi; e sulla conformazione del sistema arterioso e del venoso, tendenti alla figura conica, presi in tutto il loro insieme, e invece alla cilindrica, nelle porzioni fra i rami; e sul diametro delle vene, che, d'ordinario, è maggiore di quello delle arterie compagne; e sul numero di quelle che è maggiore del numero di queste (304 e segg.).

Più ossequente, come sempre, al vero che a qualsivoglia autorità, lo Spallanzani convinto per ripetute esperienze che il sangue venoso ha velocità uguale all'arterioso, non solo nei minori vasi (esp. XC, XCIII, XCVI. CLV), ma anche nei maggiori, con diligenza e circospezione volle ricercare donde derivi l'errore dell'Haller che aveva osservato nelle arterie una velocità del sangue maggiore che nelle vene, anche compagne (1); e riuscì a scoprire che la radice dell'errore era in questo: che l'Haller faceva le sue osservazioni sul mesenterio delle rane spostato, e quindi su vasi turbati dallo stiramento dello stesso. Infatti tutte le volte che egli, come era suo uso, misurava la velocità del sangue nei vasi del mesenterio delle rane lasciato *in sito*, la trovava uguale nelle arterie e nelle vene; se invece praticava il metodo degli uncinetti trovava che ora il sangue arterioso superava in

(1) Mem. II, sect. VI. exp. 117. 118, 120, 128, 132. 134.

velocità quello venoso (due volte su cinque); ora riscontrava l'opposto (due volte su cinque); una sola volta, e unicamente per alcune vene e per alcune arterie, potè rilevare uguaglianza di velocità (116, e anche esper. XCVII; 305 e sgg.). Le condizioni necessarie al verificarsi dell'eguaglianza della velocità sono, per lui, la piena efficienza del circolo, e il confronto fra arterie e vene compagne.

E' noto (sono già del 1834 le ricerche del Poiseuille) che nei vasi medi, arteriosi e venosi, c'è una corrente assiale più rapida e una parietale più lenta. Ora lo Spallanzani, completando le osservazioni dei fisiologi che avevano, prima di lui, rilevato essere il movimento dei globuli del sangue più rapido nei vasi lungo l'asse di questi, che non lungo le pareti, (1) prova che questa maggiore velocità del sangue all'asse dei vasi si ha quando il movimento del sangue è normale, sia quando va a ritroso sia anche nelle oscillazioni di esso: e negli animali a sangue freddo (esp. XCIX, C, CI) ed anche in quelli a sangue caldo esp. CXXIV).

Nonostante che il Malpighi sommo, il Lancisi, il Senac e, appoggiato ad essi in ripetute osservazioni, lo stesso Haller (2) avessero affermato che il colore del sangue nei primi della vita degli animali è da prima giallo (flavus), poi prende colore di ruggine, (rubiginosus ex flavo mixtus), poi diviene rosso, lo Spallanzani osservando che nel pulcino, dopo la quarantesima ora della incubazione, questa diversità di tinte del sangue si scopre contemporaneamente: il giallo nelle terminazioni dei vasi, il rugginoso nei vasi medi e più carico ancora nei più grossi, e poi, il rosso, anzi il colore tra il rugginoso e il rosso nel cuore (pag. 235 - 536 e 311), sospetta che la diversità delle tinte nel sangue circolante nei medesimi vasi sia effetto ottico ingannevole dovuto al colore del tuorlo sottoposto, cioè al fondo giallo. Si conferma in questo che egli, modestamente,

---

(1) Haller, «Mem.» l. ch. III. p. 52 e «Phys.», II, pag. 166.

(2) «Phys». II. pag. 13, e anche Mem. ecc. l. ch. II, pag. 16; II, sect. I, pag. 188 e 197

chiama dubbio, sebbene per lui sia certezza, pur nel contrasto colla affermazione degli uomini insigni che l' avevano preceduto, osservando che nelle salamandre i piccoli vasi sanguigni cutanei che stanno sotto al petto ed al ventre appaiono di colore diverso, e proprio tendente al giallo i minimi, al rugginoso i medi, al rosso pallido i maggiori, solo perchè quei vasi serpeggiano appunto sulle fascie giallo - dorate del petto e del ventre. Ma la prova più sicura la cerca altrove: nella tinta del sangue che, per rottura di un vaso, esce dai punti dove si mostrava giallo o rugginoso, ed è di colore rosso (l. c.). E ancora in un esperimento nel quale, trasportati su un disco di vetro i vasi del pulcino, illesi i vasi e il circolo, e senza che aderisca a quello parte del tuorlo, il giallo e il rugginoso non si scorgono più, ma tutta la massa del sangue fluente rosseggia (esp. XXXVII). Finalmente, a riprova, cerca la conferma in una ingegnosa esperienza nella quale, osservato che avanti la quarantesima ora di incubazione, il più delle volte, non si distingue nel pulcino principio di circolazione, ma solo una macchia gialletta, trasportata questa sul disco di vetro, senza parte di tuorlo, la piccola macchia che prima pareva gialletta si vede tosto rosseggiare del tutto (Cfr. anche 314). Da questo, prudente ma sicuro, viene a stabilire che il primitivo colore del sangue del pulcino non è il giallo, ma il rosso il quale da prima leggero, si fa poi più intenso e quindi acceso, scarlatto. Il che, esperimentando, (CXLV; 148; CLIV; 156) proverà poi riscontrarsi anche negli animali a sangue freddo, contrariamente a quanto aveva affermato l' Haller (1), sebbene, per questi, il passaggio di grado della tinta avvenga più lentamente (Esper. CXVII, CLXII, CLXIV, CLXV).

E pur contro l' Haller proverà anche che negli stessi animali estenuati per inedia o languenti per perdita di sangue, il colore di questo non è mai il giallo e il rugginoso, ma il rosso, sebbene più pallido (esper. XXXI, XXXII); il preteso

---

(1) Mem. II. sect. 1, 20, 2, ed esperimenti ivi citati.

colore diverso da quest' ultimo è effetto della luce rifratta di cui si serviva lo sperimentatore di Berna, e non appare poi più a luce riflessa (LXXVIII, LXXXVIII, CLIV, CLXIII).

Da non poche osservazioni rilevato che la forma dei globuli del sangue è veramente tale da giustificare il nome che loro si dà, e che questa forma ed anche il loro volume sono uguali nel sangue degli animali all' inizio dello sviluppo loro ed a sviluppo avvenuto; convinto per varie ragioni che i globuli del sangue sono elastici, e, quindi, possono mutare la loro forma e poi riprenderla, in particolari momenti del circolo e in alcuni vasi, riesce a dare poi della cosa una prova sicura e decisiva (324). Con che (in contrasto coll' opinione dell' Haller il quale al riguardo « nunquam viderat quod sufficeret ad convincendum hominem unice veri studiosum ») confermava quello che già avevano o affermato o sospettato altri fisiologi fra cui il Leeuwenhoeck, l' Horch, il Baker, il Mihles e lo Swieten stesso.(1)

Nella dissert. III sono notevoli le esperienze (in numero di diciasette, pag. 397 - 411), condotte su animali a sangue freddo e sul pulcino ; con le quali viene provato che il pulsare delle arterie è dovuto al dilatarsi del vaso prodotto dall' impulso del sangue nella sistole, e non è già, come aveva preteso dimostrare il de la Mure, l' effetto del mutare di sede dei vasi arteriosi prodotto dal cambiamento di sede del cuore che si contrae nella sistole.

Fedele al suo metodo di esperimentare mantenendo *in sito* la parte da osservare col microscopio, lo Spallanzani con una serie di prove riesce a dimostrare falso o in parte inesatto quanto aveva affermato sui fenomeni della circolaziona languente l' Haller, appoggiato all' autorità del Leeuwenhoeck, dell' Heyde, del Boerhaave. (2) Non turbamenti, non irregolarità, nè retrocedere, nè oscillare del sangue nei vasi, seguito dal ripristino del circolo e poi dal suo arresto; ma costante regolarità

---

(1) Cfr. Haller, Physiol., II pag. 58-59: ed anche Mem., I ch. II. pag. 20, dove l'autore palesa la sua incertezza al riguardo.

(2) Haller, «Physiol», I. pag. 202 e segg.

del moto del sangue nelle arterie, il quale solo si rallenta nelle diastole, poi passa in quiete, con qualche accenno di ripresa, nella sistole, unicamente ; e insensibile diminuzione del moto del sangue nelle vene fino alla quiete, escluso ogni turbamento. Siffatte prove egli le raggiunge esperimentando su animali a sangue freddo (334), anche con osservazioni fatte cautamente sul mesenterio non *in situ*, in cinque esperienze (331, 334), ed esperimentando anche sul pulcino (337) ; e, per quelli, tanto in condizioni normali, quanto nel vuoto (339-340); e così in animali che venivano meno per languore, come in altri che perivano per morte violenta, in anfibi adulti e anche in girini (331 - 337).

Volgendo ormai al termine queste brevi annotazioni, non voglio soffermarmi, sebben fosse prezzo dell' opera, a dire quali ricerche, quali prove varie ingegnose lo scandianese abbia tentate sul fenomeno della gravità del sangue, esaminato fuori dei vasi e nei vasi, e sull' influsso di quella sopra la circolazione, (negato già dal Walter, nello scritto « De acceler. et retard. sanguinis », il quale ne aveva studiata l' azione negli animali vivi ; e ammesso dall' Haller) (1), nei diversi gradi di velocità del sangue stesso, nei vasi massimi e nei minori, sia in animali a sangue freddo come anche in animali a sangue caldo (341 - 352). Le quali ricerche lo portarono poi a potere confermare, con maggior larghezza di prove, estese a diversi animali a sangue freddo ed anche al pulcino, quello che già il Bellini e poi l' Heide nei suoi « De venae sect. experim. », e anche l' Haller avevano osservato intorno al sangue che, aperta una vena, corre con maggiore velocità, insieme col sangue dei vasi venosi vicini e con quello della loro arteria, verso la ferita (418 e segg. ; 352 e segg.). La spiegazione di questo fenomeno aveva creduto trovare l' Haller da prima nella *attrazione*, (parola con cui indicava una classe di movimenti di cui ignorava la causa), poi nella capacità dei vasi a restringersi, e a premere, quindi,

---

(1) «Mem.», I., ch. VI. pag. 150 e segg.; e « Phys», II. pag. 200 e segg. e anche 341.

per ogni parte e con forza uguale il sangue, infondendogli così nuovo moto per il quale si trasferisce là dove un vaso o il cuore stesso venga aperto: « contractio quae ad nativum elaterem tensae fibrae cellulosae spectat.... quae sanguinem contentum undique urgeat pari vi.... et se exferat et sanguinem in novum motum restituat et.... denique per vulnus exprimat, quando locus aliquis natus est a quo eamdem pressionem dempseris ». (1) Lo Spallanzani trova ingegnosa e verisimile l'ipotesi dell'Haller, ma non è soddisfatto; e siccome parecchi, anzi molti esperimenti 389-397) se non vengono a negare valore a quella, nè pure la favoriscono, egli dopo avere variati con ingegnosi artifici non pochi esperimenti suoi, in luogo di dare un'altra ipotesi, preferisce, come è suo costume, di ammettere di non conoscere la causa del fenomeno.

Non è qui da tacere che lo Spallanzani aveva visto e dimostrato chiaramente, rilevandolo da numerose esperienze (197 e segg.; e anche 103 - 104 - 320) la presenza nei vasi sanguigni del plasma (che egli chiama fluido linfatico o sieroso) in cui sono immersi i globetti; concordando coll'Haller che l'aveva visto negli animali a sangue freddo. (2) A lui, esperto ricercatore non si può pur dire sia sfuggita l'esistenza dei vasi linfatici: perchè se egli afferma che i vasi pretesi linfatici, da lui e da altri osservati, altro non sono che vasi sanguigni, non nega però l'esistenza di quelli; anzi afferma parergli « probabilissimo che oltre ai vasi sanguigni ve ne debbono essere dei più sopraffini non conducenti che siero o linfa » (320). L'Haller che, nonostante l'autorità del Boerhaave e di altri, non aveva osato affermare l'esistenza dei linfatici, si era limitato a non negarla; e nelle sue Memorie (3), dissertò poi sulle varie ipotesi ammesse al riguardo, e con larghezza di particolari fece la storia della scoperta di questi vasi nella sua «Physiologia». (4)

---

(1) Physiol., II pag. 215; Mem. I., ch. V. pag. 97 e segg.; II. pag. 339 ed exper. ivi citati in calce dalla lett. a, alla lettera m.

(2) Mem. II. se t, 1, 5; e experim. citati; sect. IV. ep, 83; sect. VI. ep. 138.

(3) Mem. I. ch. I, pag. 14-15.

(4) vol. I. pag. 156-194.

Se quelli cui fin qui si è accennato, sono meriti incontrastati, nel campo della fisiologia, e per i quali compete al Grande quel posto preminente nella storia della Scienza, che anche gli stranieri non gli hanno potuto contrastare, non é da tacere che altri meriti potrebbero a lui essere rivendicati. Così, ad esempio, quello della scoperta dei globuli bianchi che all' Hewson prima, poi al Müller o al Mandl o al Donnè si volle poi attribuire; dico scoperta, sebbene meglio sarebbe dire anticipazione embrionale di ciò che più tardi si dovrà dimostrare chiaramente. Nelle osservazioni di lui, infatti, intorno all'azione del cuore nei vasti sanguigni, a pag. 106, troviamo scritto che nel sangue delle salamandre oltre i globuli somiglianti ad una sfera allungata, o con un poco di ingrossamento mediano, circolanti in tutti i vasi, altri ve ne sono più piccoli, circa una metà in volume degli altri, e in numero minore, i quali sono tondeggianti. La scoperta l' ha reso perplesso ; perciò ricorre ad induzione di replicate minute osservazioni dalle quali è rimasta, non si può negare, per lui confermata l' assoluta distinzione di questi globuli dagli altri. E' vero che egli non li distingue per il colore, non li riconosce globuli bianchi, perchè, pur vedendoli a luce rifratta bianco-lucidi, ritiene che il loro colore naturale sia il rosso ; pur tuttavia è innegabile potersi ammettere che egli ha scorto in sì fatta specie di globuli quelli che poi si distinsero come globuli bianchi.

Da quanto sono venuto esponendo confido possa apparire tutta l' importanza e il valore degli studi fisiologici dello Spallanzani sulla circolazione del sangue ; la perspicacia, la limpida chiarezza, la genialità delle indagini di lui, le quali, per lo stato della scienza del suo tempo, meravigliose, portarono a risultati notevolissimi ed a reperti che, in seguito, trovarono poi conferma sicura, ed ai quali nessun altro degli scienziati che lo avevano preceduto, compreso lo stesso grande Haller, era potuto arrivare.

Genova, nel Settembre del 1929 - VII.

PREZZO LIRE SEI